

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭61-296266

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和61年(1986)12月27日

G 01 N 29/04

V-6752-2G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑬ 発明の名称 超音波探傷装置

⑰ 特 願 昭60-138796

⑱ 出 願 昭60(1985)6月25日

⑲ 発 明 者 新 玉 幹 夫 半田市川崎町1丁目1番地 川崎製鉄株式会社知多製造所内  
 ⑲ 発 明 者 大 橋 兼 広 半田市川崎町1丁目1番地 川崎製鉄株式会社知多製造所内  
 ⑲ 発 明 者 内 藤 博 鎌倉市上町屋325番地 三菱電機株式会社鎌倉製作所内  
 ⑲ 発 明 者 銭 場 敬 鎌倉市上町屋325番地 三菱電機株式会社鎌倉製作所内  
 ⑰ 出 願 人 川崎製鉄株式会社 神戸市中央区北本町通1丁目1番28号  
 ⑰ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号  
 ⑲ 代 理 人 弁理士 高 矢 諭 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

超音波探傷装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 超音波を発生させるためのパルス信号を出力するパルス信号出力手段と、

該パルス信号を送信するパルス信号伝送手段と、

該パルス信号伝送手段で伝送されたパルス信号により、被検材に超音波を送信する超音波送信手段と、

被検材で反射された超音波エコーを受信する超音波受信手段と、

該超音波受信手段で受信された超音波エコーを光信号に変換する超音波—光信号変換手段と、

該超音波—光信号変換手段で変換された光信号を送信する光信号伝送手段と、

該光信号伝送手段で伝送された光信号を電気信号に変換する光—電気信号変換手段とを備え、

該光—電気信号変換手段で変換された電気信号から、前記被検材の欠陥を探傷することを特徴と

する超音波探傷装置。

(2) 前記パルス信号出力手段の出力するパルス信号が、高電圧の高周波信号であり、前記パルス信号伝送手段が、高電圧に耐える高周波ケーブルである特許請求の範囲第1項記載の超音波探傷装置。

(3) 前記パルス信号伝送手段が、前記パルス信号出力手段から出力されたパルス信号を光信号に変換する副電気—光信号変換器と、該光信号を送信する光ファイバケーブルと、該光ファイバケーブルで伝送された光信号を、前記超音波送信手段に超音波を送信させるための電気信号に変換する副光—電気信号変換器とされ、前記超音波送信手段が、常時印加されている印加電圧を、前記電気信号により変調して超音波を発生するものである特許請求の範囲第1項記載の超音波探傷装置。

(4) 前記超音波受信手段が、受信した超音波エコーにより振動する振動子であり、前記超音波—光信号変換手段が、該振動子に付設された光弾性効果を有する光弾性素子である特許請求の範囲第

1項記載の超音波探傷装置。

(5)前記光ファイバケーブルと、前記光信号伝送手段が、双方向に光信号を伝送する単一の光ファイバケーブルである特許請求の範囲第3項記載の超音波探傷装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明は、超音波探傷装置に係り、特に電鍍鋼管の製造設備ライン等の極めて大きなノイズの発生し易い場所で、オンラインの超音波探傷を行う際用いるのに好適な、超音波探傷装置の改良に関する。

#### 〔従来の技術〕

超音波探傷の一般的な方法としては、超音波パルスを送信して探傷するパルス反射法がある。該パルス反射法を用いた超音波探傷装置は、例えば第5図に示す如く、超音波探傷器10と探触子14を備えている。図において、前記超音波探傷器10から出力された送信電気信号TE(入射パルス)は、探触子ケーブル12を経て、探触子14

内の振動子16に加わり、そこで機械振動に変換され超音波Sを発生する。該超音波Sは、探触子14と被検材18間の接触媒質を経て、被検材18中をビーム状に伝播し、該被検材18中の欠陥20、底面22等の不連続部で反射して欠陥反射波F、底面反射波B等の超音波エコーとなり、再び振動子16に帰ってくる。該振動子16に帰ってきた超音波エコー、即ち、欠陥反射波F、底面反射波B等は、該振動子16で逆に受信の電気信号REに変換される。該電気信号REは、前記探触子ケーブル12を経て探傷器10に入力され、増巾された後、前記超音波探傷器10に配設されている画像表示装置であるCRT24等に表示される。該CRT24は、その横軸に超音波Sが被検材18中を伝播する時間を取り、前記CRT24画面に表示される前記欠陥反射波F、底面反射波B等の超音波エコーの前記横軸における波形位置として欠陥20、底面22等の反射源までの距離を表示し、又、縦軸に超音波エコーの高さを取り、前記CRT24画面に表示される超音波エコー

の波形の高さより、超音波エコーの強さを表示する。更に、前記のようなCRT24による表示以外でも、記録計へ出力したり、受信された超音波エコーをある範囲でゲート処理を行い、ゲート内に入った超音波エコーのエコー高さをスレッシユホールドレベルで判別して、欠陥20の有無の判断をする等の処理が行われる場合もある。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

ところで、前記従来の探触子ケーブル12は、例えば特開昭48-30985で提案されたパルス方式超音波探傷装置の明細書中に記載されているように、通常、同軸ケーブルが用いられていて、その耐ノイズ性を高めている。

しかしながら、例えば、電気溶接直後の溶接部の欠陥検出や、誘導加熱直前、直後の探傷等の製造設備ライン途中におけるオンラインでの探傷においては、前記電気溶接や誘導加熱により発生する誘導ノイズが網の目の如く伝播するので、前記探触子ケーブル12には極めて大きな誘導ノイズが重畳してしまう。そして、その誘導ノイズが前

記欠陥反射波F以上のエコー高さとなることもあるため被検材18の探傷が不可能となってしまう場合がある。そのため、一般に種々のノイズ対策、例えばケーブルの2重シールド化、ノイズ発生源でのノイズ対策等が実施されているが、前記の如き極めて大きな誘導ノイズを完全に除去することは不可能であり、十分なS-N比を得ることができなかった。

一方、前記の如きノイズ対策を実施する他に、例えば、前記特開昭48-30985に提案されたパルス方式超音波探傷装置により、自己相関形雑音除去回路の閾値を調整し、外来雑音を除去した状態の検出信号の波形をAスコープ表示する方法や、特開昭52-143880で提案された超音波探傷装置の雑音除去回路を用いて、探傷ゲート内の信号波形を整形し、該信号波形の幅から欠陥信号を検出する方法や、又、前記特開昭52-143880で従来例として示されているような、アンテナにより雑音検出を行い、雑音を検出された場合には探傷を停止する方法や、同じく、欠陥

パルスをカウントする方法等によりノイズ対策が行われている。しかし、これらの方法は、いずれも探傷器に入ってきたノイズを欠陥と弁別する方法であり、誘導ノイズがケーブルに重畳して入ってくることを防ぐことはできないという問題点を有していた。

#### 【発明の目的】

本発明は、前記従来の問題点に鑑みてなされたものであつて、極めて大きな誘導ノイズの発生する場所、例えば、製造ラインにおける溶接機や、誘導炉近傍であつても、精度良く被検材の超音波探傷ができる超音波探傷装置を提供することを目的とする。

#### 【問題点を解決するための手段】

本発明は、超音波探傷装置において、第1図に示す如く、超音波を発生させるためのパルス信号を出力するパルス信号出力手段と、該パルス信号を送信するパルス信号伝送手段と、該パルス信号伝送手段で伝送されたパルス信号により、被検材に超音波を送信する超音波送信手段と、被検材で

ケーブルと、該光ファイバケーブルを伝送された光信号を、前記超音波送信手段に超音波を送信させるための電気信号に変換する副光-電気信号変換器として、前記超音波送信手段を、常時印加されている印加電圧を前記電気信号により変調して超音波を発生するものとして、パルス信号を送信する際のS-N比が極めて高くなるようにしたものである。

又、本発明の他の実施態様は、前記超音波受信手段を、受信した超音波エコーにより振動する振動子として、前記超音波-光信号変換手段を、該振動子に付設された光弾性効果を有する光弾性素子として、簡単な構成で受信した超音波エコーを光信号に変換するものである。

更に、本発明の他の実施態様は、前記光ファイバケーブルと、前記光信号伝送手段を、双方向に光信号を送信する単一の光ファイバケーブルとして、信号伝送路の簡略化を図り、経済性を向上させたものである。

#### 【作用】

反射された超音波エコーを受信する超音波受信手段と、該超音波受信手段で受信された超音波エコーを光信号に変換する超音波-光信号変換手段と、該超音波-光信号変換手段で変換された光信号を送信する光信号伝送手段と、該光信号伝送手段で伝送された光信号を電気信号に変換する光-電気信号変換手段とを備え、該光-電気信号変換手段で変換された電気信号から、前記被検材の欠陥を探傷することにより、前記目的を達成したものである。

又、本発明の実施態様は、前記パルス信号出力手段の出力するパルス信号を、高電圧の高周波信号として、前記パルス信号伝送手段を、高電圧に耐える高周波ケーブルとして、比較的簡単な構成で確実に超音波を発生できるようにしたものである。

更に、本発明の他の実施態様は、前記パルス信号伝送手段を、前記パルス信号出力手段から出力されたパルス信号を光信号に変換する副電気-光信号変換器と、該光信号を送信する光ファイバケ

本発明において、超音波探傷する際、パルス信号伝送手段が、超音波を発生させるためパルス信号出力手段から出力されたパルス信号を送信し、超音波送信手段が該パルス信号により、被検材に超音波を送信し、超音波-光信号変換手段が、該被検材で反射され、超音波受信手段で受信された超音波エコーを光信号に変換し、光-電気信号変換手段が、光信号伝送手段で伝送された光信号を電気信号に変換することにより、前記被検材の欠陥の探傷を行う。

従つて、被検材を超音波探傷する際に、探傷信号に誘導ノイズが重畳することを完全に防止できるため、S-N比を極めて高くすることが可能である。よつて、極めて大きな誘導ノイズの発生する場所、例えば、製造設備ラインにおける、溶接機や誘導炉の近傍であつても、被検材を高い精度で探傷することが可能となる。

#### 【実施例】

本発明が適用された超音波探傷装置の実施例について、以下詳細に説明する。

まず第1実施例について説明する。

この第1実施例は、第2図に示す如く、超音波探傷器10と探触子14を備えた超音波探傷装置である。図において超音波探傷器10は、超音波を発生させるための送信パルスTPを同軸ケーブル26中へ出力し、被検材18から得られた超音波エコーによる信号を入力して、該被検材18内部の欠陥20を探傷するものである。前記同軸ケーブル26は、高電圧及び高周波用の高周波ケーブルであり、送信パルスTPを、前記探触子14中の振動子16へ入力するものである。該探触子14内には、振動子16と電気-光変換器28（以下E-O変換器と略記する）が配設されている。

即ち、前記振動子16は、前記送信パルスTPの印加により振動して、超音波Sを被検材18に向けて送信し、又、該超音波Sが、被検材18で反射された反射エコーを受信し、更に、受信した反射エコーを電気信号REに変換するものである。又、前記E-O変換器28は、前記電気信号RE

により、内蔵された発光ダイオード(LED)あるいはフォトセル等の発光素子を点滅させ、前記電気信号REをその電圧に対応した光強度を有する光信号Pに変換するものである。なお、前記発光ダイオードを発光素子とする場合は、温度による特性変化が著しいため、該発光ダイオード表面にその温度を測定する温度測定素子を付設して用いることができる。又、前記発光素子には、図示されていない電源により、バイアス電圧が印加されている。更に、前記光信号Pは、周波数変調(FM変調)された信号でもよい。

前記E-O変換器28には、前記光信号Pを伝送する光ファイバケーブル30の一端が接続されている。又、光ファイバケーブル30の他方の一端には、光-電気変換器32（以下O-E変換器と略記する）が接続されている。該O-E変換器32は、入力された前記光信号Pを、フォトダイオード若しくは光電子増倍管等で電気信号に変換するものである。なお、前記フォトダイオードを前記O-E変換器32として用いる場合は、前記

発光ダイオードと同様、その表面に温度測定素子を付設して用いることができる。

この第1実施例は、以上の構成としたので、以下の如き作用がある。

即ち、超音波探傷器10より出力された送信パルスTPは、同軸ケーブル26中を伝送されて、探触子14内の振動子16へ印加される。前記送信パルスTPは、通常直流300V程度の電圧の直流パルスである。

前記振動子16は、印加された送信パルスTPにより超音波Sを被検材18に向けて送信する。該超音波Sは、被検材18内で反射されて超音波エコーとなり、再び前記振動子16へ受信される。該振動子16は、受信した超音波エコーを電気信号REに変換し、E-O変換器28へ入力する。なお、該電気信号REの信号の強さが、微弱の場合は、アンプで増幅して出力してもよい。

前記E-O変換器28は、前記電気信号REを光信号Pに変換し、該光信号Pを光ファイバケーブル30を介してO-E変換器32へ入力する。

該O-E変換器32は、前記光信号Pを電気信号に変換して前記超音波探傷器10へ入力する。該超音波探傷器10は、該電気信号を適度に増幅して被検材18中の欠陥20を検出する。

この第1実施例は、探触子14に超音波Sを発生させる送信パルスTPが直流300V程度の電圧の直流パルスであるため、直接振動子16を駆動でき、比較的簡単な構成で、確実に超音波を送信できる。

次に、第2実施例について説明する。

この第2実施例は、第3図に示す如く、前記第1実施例に示した超音波探傷装置における、E-O変換器28と光ファイバケーブル30とO-E変換器32に代えて、光ファイバループを設け、それにより超音波エコーを光信号に変換し伝送するものである。

即ち、前記光ファイバループは、第3図に示す如く探触子14内の振動子16に付設された、歪によつて光の透過率が変わる効果即ち光弾性効果を有する光弾性素子34と、超音波探傷器10内

に配設された光弾性素子34に光を照射する参照光源と、前記光弾性素子34と参照光源間を連絡する光ファイバケーブル30で構成したものである。なおその他の構成については、前記第1実施例と同じであるので説明は省略する。

この第2実施例は、以上の記構成としたので、以下の作用がある。

被検材18へ向けて超音波Sを送信する際には、前記第1実施例と同様に送信パルスTPが、超音波探傷器10より出力され、その送信パルスTPが、同軸ケーブル26中を伝送されて振動子16に印加される。該振動子16は、その印加された送信パルスTPにより、超音波Sを被検材18中に送信し、該被検材18から反射してくる超音波エコーを受信する。該超音波エコーは、前記振動子16を振動させるので、その上に付設された前記光弾性素子34も同時に振動する。該光弾性素子34には、参照光源から参照光が照射されているため、前記超音波エコーに対応した光信号Pが発生する。該光信号Pは、光ファイバケーブル3

0を伝送されO-E変換器32に入力される。該O-E変換器32は、前記光信号Pを電気信号に変え、超音波探傷器10に入力する。

この第2実施例は、探触子14を振動子16と光弾性素子34で構成したので、該探触子14のを簡単な構成とすることができ、又、前記E-O変換器28に供給する電源も不必要となる。

次に第3実施例について説明する。

この第3実施例は、第4図に示す如く、前記第1、第2実施例とは異なり、送信パルスTPを光信号P1により伝送するものである。第4図において、送信パルスTPを送信して被検体18内の欠陥20を検出する超音波探傷器10には、探触子14に電源を供給する電源ケーブル36と、前記送信パルスTPを光信号P1に変換する副E-O変換器28Aと、前記探触子14から返ってきた光信号Pを電気信号に変換するO-E変換器32が配設されている。

前記副E-O変換器28Aと、前記O-E変換器32には双方向に前記光信号P、P1を伝送す

る光ファイバケーブル30Aの一端が接続されている。又、該光ファイバケーブル30Aの他の一端には、前記探触子14内に配設されている副O-E変換器32Aと、E-O変換器28が接続されている。

この副O-E変換器32Aは、前記光信号P1を電気信号E1に変換し、該電気信号E1を、トリガパルス発生器38に入力するものである。該トリガパルス発生器38は、前記電源ケーブル36で供給されている電源を、前記電気信号E1で変調して探傷パルスE2を発生させ振動子16に入力するものである。該振動子16は、前記探傷パルスE2により超音波Sを発生して、被検材18中に送信し、該被検材18から反射される超音波エコーを受信して、電気信号E3に変換しプリアンプ40に入力するものである。該プリアンプ40は、前記電気信号E3を増幅してE3Aとし前記E-O変換28に入力するものであり、該電気信号E3が微弱な場合等に必要に応じて設けられる。

前記E-O変換器28は、前記電気信号E3Aを光信号Pに変換して、前記光ファイバケーブル30Aを介して前記O-E変換器32に入力するものである。該O-E変換器32は、入力された光信号Pを電気信号に変換して、前記超音波探傷器10に入力するものである。

この第3実施例は、以上の構成としたので以下の作用がある。

即ち、超音波探傷器10から出力された送信パルスTPは、副E-O変換器28Aで光信号P1に変換され、双方向の光ファイバケーブル30Aを介して、副O-E変換器32Aに入力される。該副O-E変換器32Aは、前記光信号P1を電気信号E1に変換しトリガパルス発生器38に入力する。その際、電源ケーブル36を介して該トリガパルス発生器38に供給されている電源と、前記電気信号E1により、前記トリガパルス発生器38は探傷パルスE2を出力する。該探傷パルスE2は、振動子16に入力されて、該振動子16に超音波Sを発生させる。該超音波Sは、被検

材18中に送信されて該被検材18中で反射され超音波エコーとなり、前記振動子16に受信される。該振動子16は、該超音波エコーを電気信号E3に変換し、プリアンプ40に入力する。該プリアンプ40は、該電気信号E3を増幅して電気信号E3AとしてE-O変換器28に入力する。該E-O変換器28は、入力された電気信号E3Aを光信号Pに変換し、前記光ファイバケーブル30Aを介して、O-E変換器32に入力する。該O-E変換器32は、前記光信号Pを電気信号に変換し、前記超音波探傷器10に入力する。該超音波探傷器10は、その光信号Pに基づく電気信号により、前記被検材18中の欠陥20を検出し探傷する。

なお、この第3実施例においては、前記トリガパルス発生器38に入力される電気信号E1を、超音波探傷器10より出力される送信パルスTPに基づく電気信号E1に限定するため、伝送される光信号P1を飽和信号とし、前記トリガパルス発生器38のスレッシユホールドを、O-E変換

器32の光検出レベルの最大値としている。

又、送信パルスTPを伝送する手段である、前記副E-O変換器28A及び副O-E変換器32Aと、超音波エコーを伝送する手段である、前記E-O変換器28及びO-E変換器32との波長特性を異なるようにして、光信号Pが、前記副O-E変換器32Aを介してトリガパルス発生器38に回り込み、誤って探傷パルスE2を発生させてしまうことを防止している。

この第3実施例は、送信パルスTPを光信号P1に変換して光ファイバケーブル30A中を伝送させるので、前記第1、第2実施例の如く同軸ケーブル26を用いて、振動子16に直接送信パルスTPを伝送する際、該同軸ケーブル26Aに誘導ノイズが重畳し、前記送信パルスTPに該誘導ノイズが重畳して、探傷結果に悪影響を与えてしまうことを完全に防止することができる。

又、光ファイバケーブル30Aは双方向のものを使用しているために、光信号伝送路の簡略化が図れる。

#### 〔発明の効果〕

以上説明した通り、本発明によれば、被検材を超音波探傷した際の探傷信号に誘導ノイズが重畳することを完全に防止できるため、S-N比を極めて高くすることが可能である。従つて、極めて大きな誘導ノイズの発生する場所、例えば、製造設備ラインにおける、溶接器や誘導炉の近傍であっても、被検材を高い精度で探傷することが可能となるという優れた効果を有する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の要旨を示すブロック線図、

第2図乃至第4図は、本発明が適用された超音波探傷装置の第1乃至第3実施例の構成を示す、一部ブロック線図を含む断面図、

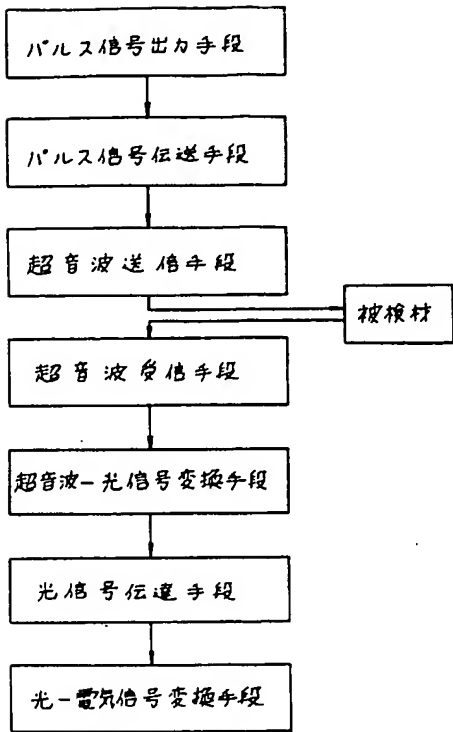
第5図は、従来例の超音波探傷装置の構成を示す、一部ブロック線図を含む斜視図である。

10…超音波探傷器、 14…探触子、  
16…振動子、 18…被検材、  
20…欠陥、 26…同軸ケーブル、

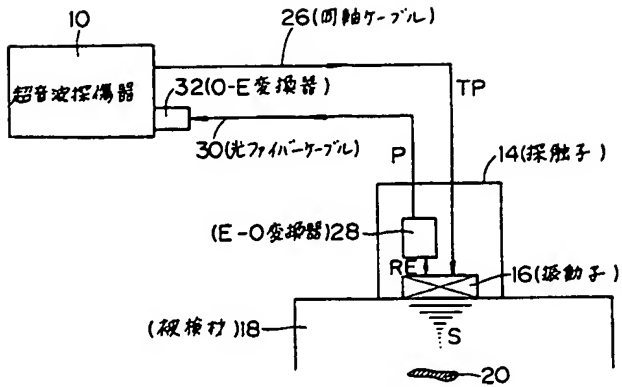
28、28A…E-O変換器、  
30、30A…光ファイバケーブル、  
32、32A…O-E変換器、  
TP…送信パルス、  
P、P1…光信号。

代理人 高 矢 諭  
松 山 圭 佑

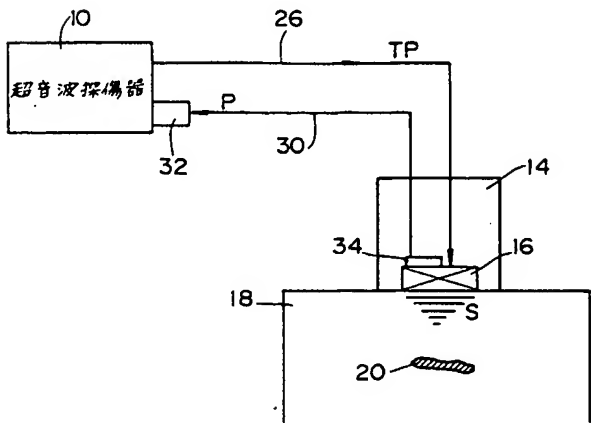
第 1 図



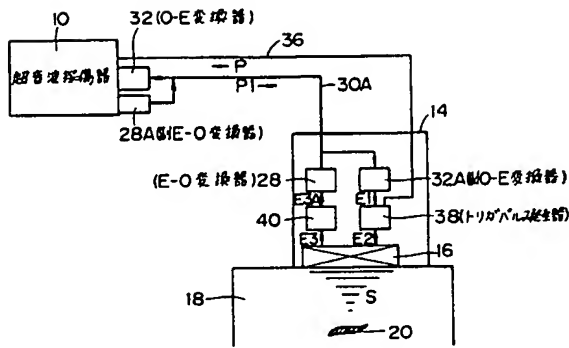
第 2 図



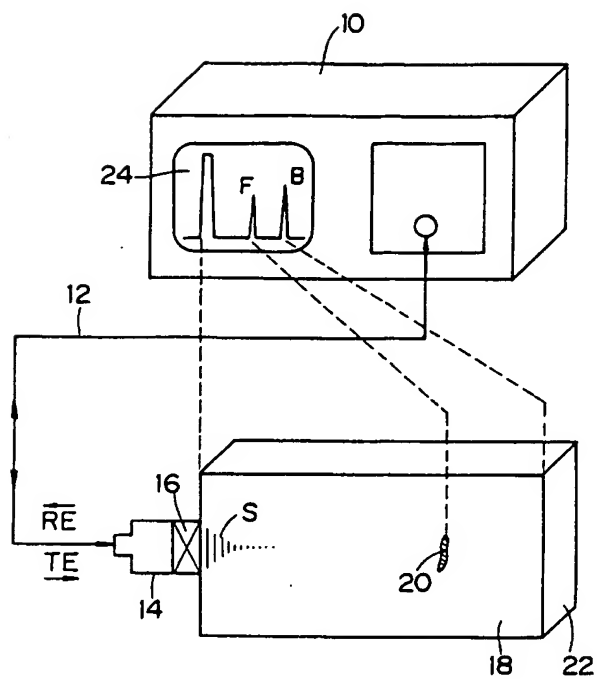
第 3 図



第 4 図



第 5 図





PAT-NO: JP361296266A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 61296266 A  
TITLE: ULTRASONIC FLAW DETECTION APPARATUS

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (2):

CONSTITUTION: The transmission pulse TP outputted from an ultrasonic flaw detector 10 transmits through a coaxial cable 26 to be applied to the vibrator 16 in a probe 14. The vibrator 16 transmits an ultrasonic wave S to a material 18 to be inspected by the pulse TP and reflected in the material 18 to be inspected to generate an ultrasonic echo which is, in turn, received by the vibrator 16. The vibrator 16 converts the received ultrasonic echo to an electric signal RE which is, in turn, subsequently converted to an optical signal P by an E-O (electrooptical) converter 28 to be inputted to an O-E (photoelectric) converter 32 through an optical fiber cable 30. The converter 32 converts the signal P to an electric signal which is, in turn, inputted to the flaw detector 10 to detect the flaw 20 in the material 18 to be inspected. Therefore, when the ultrasonic flaw detection of the material 18 to be inspected was performed, the superposition of the induced noise to a flaw detection signal is prevented and the flaw detection of the material 18 to be inspected can be performed even in the vicinity of the welding device or induction furnace in a manufacturing equipment line.

Inventor Name ( Derived ) - INZZ (1):

ARATAMA, MIKIO